

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 10 月 21 日 (21.10.2004)

PCT

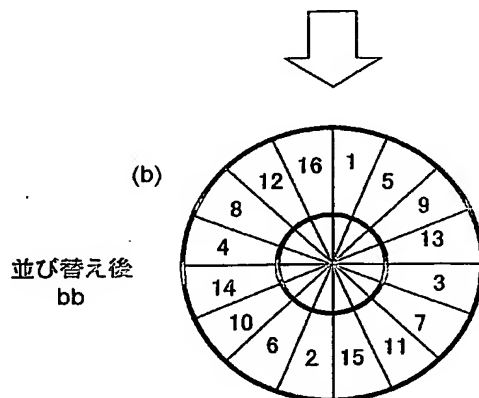
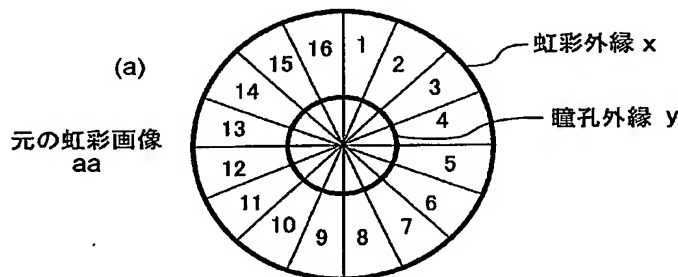
(10) 国際公開番号
WO 2004/090814 A1

- (51) 国際特許分類: G06T 7/00 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004804 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 近藤 堅司 (KONDO, Kenji). 吾妻 健夫 (AZUMA, Takeo).
(22) 国際出願日: 2004 年 4 月 1 日 (01.04.2004) (74) 代理人: 前田 弘, 外 (MAEDA, Hiroshi et al.); 〒5500004 大阪府大阪市西区靱本町 1 丁目 4 番 8 号 本町中島ビル Osaka (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
(30) 優先権データ: 特願2003-098812 2003 年 4 月 2 日 (02.04.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING METHOD, IMAGE PROCESSOR, PHOTOGRAPHING APPARATUS, IMAGE OUTPUT UNIT AND IRIS VERIFY UNIT

(54) 発明の名称: 画像処理方法、画像処理装置、撮影装置、画像出力装置および虹彩認証装置

aa...ORIGINAL IRIS IMAGE X...OUTER EDGE OF IRIS
bb...AFTER REARRANGEMENT Y...OUTER EDGE OF PUPIL

(57) Abstract: Iris area of an eye is detected from an original image (S1), and image conversion is carried out for the iris area thus detected such that the feature data inherent to that person can not be extracted (S2). For example, the iris area is divided into a plurality of sub-areas and the images of respective sub-areas are rearranged in a specified order or randomly.

(57) 要約: 原画像から眼の虹彩領域を検出し (S1)、検出した虹彩領域に対して、その人固有の特徴データが抽出できないように、画像変換を行う (S2)。例えば、虹彩領域を複数の領域に分割し、分割した各領域の画像を、所定の順またはランダムに並び替える。

WO 2004/090814 A1

BEST AVAILABLE COPY



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

画像処理方法、画像処理装置、撮影装置、画像出力装置および虹彩認証装置

技術分野

本発明は、虹彩画像に係る個人情報を保護する技術に属する。

背景技術

近年、虹彩画像を用いた個人認証の技術が、重要施設への入退室管理、銀行等のＡＴＭ（Automated Teller Machine）およびＰＣログイン用途などに利用され始めている。特に、特許文献１に記載された方法は、世界各国においてすでに商品化がなされており、事実上の世界標準方式となりつつある。

特許文献１の方式では、虹彩を撮影した画像から虹彩領域を切り出し、虹彩領域を極座標で表現した後、２Ｄ Gabor Waveletフィルタリングを行い、虹彩コードを生成する。予め登録しておいた虹彩コードと、認証時に撮影した画像から生成された虹彩コードとを比較することにより、個人認証を行う。

また、個人のプライバシー保護のための従来技術として、監視カメラ用途において、画像中の人物の体や顔に、モザイク処理や一色に塗りつぶす処理を施すものがある（例えば、特許文献２，３，４参照）。

（特許文献１） 特許第３３０７９３６号公報

（特許文献２） 特開２０００－２６１７８９号公報

（特許文献３） 特開２０００－２７８５８４号公報

（特許文献４） 特開２００１－１８６５０７号公報

解決課題

近年、撮像装置や表示装置の高解像度化に伴い、あえて眼近辺の画像をズーム撮影しなくても、虹彩画像を、虹彩認証に必要な解像度（例えば虹彩直径で約200ピクセル程度）で取得することが可能になっている。このため、個人データである虹彩画像が、他人によって簡単に取得されてしまい、他人へのなりすまし認証に不正使用されるおそれがある。

特に、俳優や著名人など各種メディアに登場する頻度の高い人は、いわば、個人データである虹彩画像を自ら頻繁に公開しているのに等しいことになる。また昨今、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラの普及によって、俳優や著名人以外の一般の人であっても、悪意ある者によって虹彩画像を盗撮される危険性も高まっている。

一方、特許文献2～4では、監視カメラなどで撮影した画像について、プライバシー保護の観点から、その人物が特定できないように、すなわち誰であるかが分からないようにするために、体や顔にモザイク処理や塗りつぶし処理を施す技術が示されている。しかしながら、上述したような虹彩に係る個人データを保護するための画像処理に関しては、本願発明者らが調査した限りでは、開示や示唆がなされた文献などは見当たらない。

前記の問題に鑑み、本発明は、人の顔を含む画像について、虹彩に係る個人データを不正利用されないように保護することを課題とする。

発明の開示

本発明は、原画像から、眼の虹彩領域を検出し、検出した虹彩領域に対して、その人固有の特徴データが抽出できないように、画像変換を行うものである。これにより、虹彩領域の画像から、その人固有の特徴データが抽出できなくなるため、たとえ悪意ある者が原画像から虹彩画像を取得しても、その虹彩画像は認証には利用できないので、虹彩画像の不正使用による他人へのなりすまし認証を防ぐことができる。

また、ここでの画像変換は、原画像に不自然さを与えないものであるのが好ましい。原画像に不自然さを与えないとは、例えば、画像を見た人が、虹彩領域にはあくまでも虹彩が映されていると認識するように、画像変換を行うことである。言い方を変えると、画像変換されたことが分からないように、画像変換を行うことである。あるいは、画像における虹彩以外の領域（例えば、顔や姿など）からその人が識別できるように、いわば個人が特定・識別できる程度に、画像変換を行うことである。このように原画像に不自然さを与えない画像変換を行うことによって、映画等の鑑賞用コンテンツにも、本発明を利用することができる。

具体的には本発明は、画像処理方法として、原画像から人の眼の虹彩領域を検出する第1のステップと、前記第1のステップにおいて検出した虹彩領域に対して、前記人固有の特徴データが抽出できないように、画像変換を行う第2のステップとを備えたものである。

そして、前記本発明に係る画像処理方法における画像変換は、虹彩領域を複数の領域に分割し、分割した各領域の画像を所定の順またはランダムに並べ替えるものが好ましい。または、虹彩領域の画像を、所定の虹彩パターン画像に置換するものが好ましい。あるいは、虹彩領域の画像に、所定の虹彩パターン画像を重畳するものが好ましい。

また、前記本発明に係る画像処理方法における第2のステップは、虹彩領域の画像を空間周波数に応じて分解し、分解後の所定の帯域の画像に対して所定の変換を行い、各帯域の画像を再合成するのが好ましい。

また、前記本発明に係る画像処理方法における画像変換は、虹彩領域の画像に、電子透かしを埋め込むものが好ましい。

また、前記本発明に係る画像処理方法における第2のステップは、検出した虹彩領域が所定のサイズよりも小さいとき、前記画像変換を行わないのが好ましい。

また、前記本発明に係る画像処理方法における第2のステップは、検出した虹彩領域について反射成分分離を行い、拡散反射画像および鏡面反射画像を得るス

テップと、前記拡散反射画像に対して前記画像変換を行うステップと、前記画像変換後の画像に前記鏡面反射画像を加算するステップとを有するのが好ましい。

また、本発明は、画像処理装置として、原画像から人の眼の虹彩領域を検出する虹彩検出部と、前記虹彩検出部によって検出された虹彩領域に対して、前記人固有の特徴データが抽出できないように、画像変換を行う画像変換部とを備えたものである。

また、本発明は、撮影装置として、撮影部と、前記撮影部によって撮影された画像を前記原画像として入力する前記画像処理装置とを備えたものである。

また、本発明は、画像出力装置として、前記画像処理装置と、前記画像処理装置から出力された画像変換後の画像を可視化して出力する出力部とを備えたものである。

また、本発明は、虹彩認証装置として、原画像から人の眼の虹彩領域を検出する虹彩検出部と、前記虹彩検出部によって検出された虹彩領域の画像を用いて認証を行う認証部と、前記虹彩検出部によって検出された虹彩領域について、所定の電子透かしの有無を検出する電子透かし検出部と、前記電子透かし検出部によって検出された電子透かしの有無に応じて、前記認証部の認証動作の実行／停止を制御する制御部とを備えたものである。

本発明によると、画像変換によって、虹彩領域の画像からその人固有の特徴データが抽出できなくなるので、虹彩画像の不正使用による他人へのなりすまし認証を防ぐことができる。また、ここでの画像変換を、原画像に不自然さを与えないものにすることによって、映画等の鑑賞用コンテンツにも利用できる。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明の第 1 の実施形態に係る画像処理方法のフローチャートである。

図 2 は虹彩領域を示す概念図である。

図 3 は虹彩領域の分割の例を示す図である。

図 4 は画像変換としての並び替えの一例を示す図である。

図 5 は虹彩画像を空間周波数に応じて分解し、所定の周波数成分に対して画像変換を行う処理の概念図である。

図 6 は画像変換としての置換を示す図である。

図 7 は画像変換としての重畳を示す図である。

図 8 は本発明に係る画像処理装置のブロック図である。

図 9 は本発明に係る撮影装置のブロック図である。

図 10 は本発明に係る画像出力装置のブロック図である。

図 11 は本発明の第 2 の実施形態に係る画像処理方法のフローチャートである。

図 12 は本発明の第 2 の実施形態の処理を概念的に示す図である。

図 13 は本発明の第 3 の実施形態に係る画像処理方法のフローチャートである。

図 14 は本発明の第 3 の実施形態の処理を概念的に示す図である。

図 15 は本発明の第 4 の実施形態に係る虹彩認証装置のブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

(第 1 の実施形態)

図 1 は本発明の第 1 の実施形態に係る画像処理方法のフローチャートである。

以下、図 1 のフローに従って、本実施形態に係る画像処理方法について説明する。

まず、ステップ S 1 (第 1 のステップ)において、人の顔を含む原画像から、その人の目の虹彩領域を検出する。ここで、虹彩領域とは、厳密には、図 2

(a) に示すような、虹彩外縁 (虹彩と強膜との境界) と瞳孔外縁 (瞳孔と虹彩との境界) とによって囲まれた領域のことである。人物の顔が正面から撮影されている場合は、虹彩外縁および瞳孔外縁は円で近似することができる。一方、人物の顔が斜めから撮影されている場合は、虹彩外縁および瞳孔外縁は楕円で近似すればよい。

また、図 2 (b) に示すように、虹彩領域を、虹彩外縁のみによって囲まれた領域としてもよい。また、虹彩領域に上瞼または下瞼がかかっている場合は、瞼がかかっている領域を除いた部分を虹彩領域とすればよい。

なお、原画像から虹彩領域を検出する方法は、特定の方法である必要はない。例えば、原画像から人物領域を検出する技術、人物領域から人物頭部を検出する技術、および人物頭部から虹彩領域を検出する技術を組み合わせて、用いてもよい。

次に、ステップ S 2 (第 2 のステップ) において、第 1 のステップ S 1 において検出した虹彩領域に画像変換を施す。ここでの画像変換は、その人固有の特徴データが、虹彩領域の画像から抽出できないように、するものであればよい。

具体的には、画像変換は、次のような方法によって行う。もちろん、これらの方法を組み合わせて用いてもかまわない。

<方法 1>

図 3 のように、瞳孔中心 (または虹彩中心) を通る複数の線分を用いて、虹彩領域を円周方向に分割する。そして、分割された虹彩領域を、所定の順またはランダムに並び替える。並び替えの一例を図 4 に示す。図 4 (a) に示すように、分割された各虹彩領域に「1」から「16」までの番号を割り当て、これらを図 4 (b) に示すように、所定の順で並び替える。所定の順で並び替える場合は、この順番は秘密にしておく必要がある。

なお、原画像に人物の両眼が含まれている場合は、分割された各虹彩領域を両眼間で並び替えてもよい。また原画像に複数人の虹彩が含まれている場合は、分割された各虹彩領域を人物間で並び替えてもよい。両目間または人物間の虹彩領域の大きさが異なる場合は、拡大・縮小処理を行い、大きさを揃えた後、並び替えればよい。人物間の虹彩の色が異なる場合には、色変換を行ない、色を揃えた後、並び替えればよい。画像中の人物の顔が斜めから撮影されている場合には、一次変換を行い、形状を揃えた後、並び替えればよい。

このように、虹彩領域を、円周方向に分割して並び替えることによって、原画像から虹彩画像を取得しても、これを不正に認証に用いることはできなくなる。なお、虹彩領域の分割は、必ずしも円周方向に行う必要はなく、不自然に見えない方法であれば、他の分割方法を用いてもよい。

また、上述の特許文献 2～4 に開示された技術では、個人のプライバシー保護のために、その人が誰であるか特定できないように、人物の体や顔の領域に、モザイク処理や一色に塗りつぶす処理を施している。このため、映画等の鑑賞用途のコンテンツに適用すると、画像に不自然さが生じ、鑑賞者に違和感を与えることになる。これに対して本方法によると、画像変換しても虹彩領域にはあくまでも虹彩が映されるため、変換後の画像に不自然さはなく、したがって、映画等の鑑賞用途のコンテンツにも適用することができる。

なお、虹彩領域を分割して並び替えた場合、領域同士の継ぎ目が目立つ可能性がある。このような場合は、虹彩画像の低域周波数成分はそのままにして、高域周波数成分のみを並び替えればよい。すなわち図 5 に示すように、虹彩画像を空間周波数に応じて複数に分解する。具体的には、虹彩領域に L P F (Low Pass Filter)、B P F (Band Pass Filter) および H P F (High Pass Filter) をそれぞれ適用して、低域画像、中域画像および高域画像を生成する。そして高域画像に対して、上述の並び替え処理を行い、その後、全帯域の画像を加算することによって再合成する。

このようにすれば、領域同士の継ぎ目がより一層目立たなくなる。しかも、高周波成分のみに画像変換が行われるため、人間の目に比較的視認し易い低周波成分は被写体の人物の虹彩パタンのままであり、したがって、変換後の画像がより自然に見えるという利点がある。しかも、高周波成分が変換されているため、元の虹彩画像の特徴データは抽出できないので、これを不正に認証に用いることはできない。

なお、画像変換を行う周波数の範囲は、高周波部分に限られるものではなく、

他の範囲であってもよい。また、予め定めた所定の周波数成分ではなく、ランダムに選択した周波数成分に画像変換を行うようにしてもよい。この場合、第三者が復元することがより困難になる。さらに、上述の例では、3つの周波数帯域に分解したが、分解する帯域の個数は他の数でもよい。また、画像変換を行う帯域も、1個に限られるものではなく、複数であってもよい。

また空間周波数は、直交座標系における周波数でもよいし、瞳孔中心または虹彩中心を原点とする極座標系における周波数でもよい。

なお、ここで説明した、分割した虹彩領域を所定の順で並び替える技術は、虹彩画像の送受信に転用することも可能である。すなわち、並び替える順番を送り手と受け手のみで共有することによって、虹彩画像を暗号化して安全に送受信することができる。

<方法2>

図6に示すように、原画像中の虹彩領域の画像を、予め準備した所定の虹彩パターン画像に置換する。所定の虹彩パターン画像としては、例えば、複数人の虹彩パターンの平均画像や、ある人の両眼の虹彩パターンの平均画像等を用いればよい。所定の虹彩パターン画像のサイズが虹彩領域と異なる場合は、拡大・縮小処理を行い、大きさを揃えた後、置換すればよい。また、色が異なる場合は、色変換を行い、色を揃えた後、置換すればよい。さらに、原画像中の人物の顔が斜めから撮影されている場合は、一次変換を行い、形状を揃えた後、置換すればよい。その他には、人工的に作成した擬似の虹彩画像を、所定の虹彩パターン画像として用いてもかまわない。

このように、虹彩領域を、予め準備した虹彩パターン画像に置換することによって、原画像から虹彩画像を取得しても、これを不正に認証に用いることはできなくなる。また、モザイク等の画像変換と異なり、画像変換しても虹彩領域にはあくまでも虹彩が映されるため、変換後の画像に不自然さはなく、したがって、映画等の鑑賞用途のコンテンツにも適用することができる。

なお、図5のように、虹彩画像を空間周波数に応じて複数に分解し、所定の周波数成分に対して、または、ランダムに選択した周波数成分に対して、本方法のような置換を行ってもよい。その後、全帯域の画像を加算することによって再合成する。また、特殊な例として、高周波成分の画像を全画素の輝度値が0である画像と置換してもよい。この方法は、虹彩画像にLPFを適用し、認証に必要な高周波成分を除去することに相当する。

<方法3>

図7に示すように、原画像中の虹彩領域の画像に、予め準備した所定の虹彩パターン画像を重畳する。画像の重畳は、ブレンド比 α ($0 < \alpha < 1$)を導入して、

$$I_3 = \alpha \cdot I_1 + (1 - \alpha) \cdot I_2$$

のように、対応する画素毎に計算して行う。ここで、 I_1 は原画像の輝度値、 I_2 は重畳する画像の輝度値、 I_3 は重畳後の画像の輝度値である。なお、 $\alpha = 0$ のときは、方法2で述べた置換と同等の処理になる。

所定の虹彩パターン画像としては、例えば、周囲光の虹彩領域への映り込みを模した画像でもよいし、ある特定人の虹彩パターン画像でもよい。所定の虹彩パターン画像のサイズが虹彩領域と異なる場合は、拡大・縮小処理を行い、大きさを揃えた後、重畳すればよい。また、色が異なる場合は、色変換を行い、色を揃えた後、重畳すればよい。さらに、原画像中の人物の顔が斜めから撮影されている場合は、一次変換を行い、形状を揃えた後、重畳すればよい。その他には、人工的に作成した擬似の虹彩画像を、所定の虹彩パターン画像として用いてもかまわない。

このように、虹彩領域に、予め準備した所定の虹彩パターン画像を重畳することによって、原画像から虹彩画像を取得しても、これを不正に認証に用いることはできなくなる。また、モザイク等の画像変換と異なり、実世界で実際に起こる映り込み画像を重畳したり、人物の実際の虹彩画像や人工的に作成した虹彩画像を重畳したりして、合成虹彩画像を作成するため、変換後の画像に不自然さはなく、したがって、映画等の鑑賞用途のコンテンツにも適用することができる。

なお、図 5 のように、虹彩画像を空間周波数に応じて複数に分解し、所定の周波数成分に対して、またはランダムに選択した周波数成分に対して、本方法のような重畳を行ってもよい。

<方法 4>

原画像中の虹彩領域に電子透かしを埋め込む。電子透かしは特定の技術である必要はなく、任意の技術が利用できる。そして、後述するような電子透かし対応の虹彩認証装置を用いることによって、不正使用を阻止できる。すなわち、虹彩領域に電子透かしを埋め込み、対応する認証装置を用いることによって、映像中から虹彩画像を取得しても、不正に認証に用いることはできなくなる。また、モザイク等の画像変換とは異なり、電子透かしの場合は、見た目の画像に不自然さはなく、したがって、映画等の鑑賞用途のコンテンツにも適用することができる。

図 8 は本実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。図 8 の画像処理装置 1 は上述の画像処理方法を実行可能に構成されており、虹彩検出部 11 および画像変換部 12 を備えている。

原画像は虹彩検出部 11 に入力される。虹彩検出部 11 はステップ S1 と同様の処理を行い、入力された原画像から人の眼の虹彩領域を検出する。そして、検出した虹彩領域の位置情報と原画像を、画像変換部 12 に供給する。画像変換部 12 は第 2 のステップ S2 と同様の処理を行い、虹彩領域に対して、その人固有の特徴データが抽出できないように、画像変換を行う。

図 9 は本実施形態に係る撮影装置の構成を示すブロック図である。図 9 の撮影装置は、図 8 の画像処理装置 1 と、撮影部 10 とを備えている。本発明に係る撮影装置は、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラなど、画像を撮影する装置一般を含む。

撮影部 10 はレンズおよび撮像素子（図示せず）を備えており、静止画または動画を撮影する。撮影部 10 によって撮影された画像は、原画像として画像処理装置 1 に入力され、以後上述したような画像処理が実行される。動画の場合は、

画像処理は各フィールド画像または各フレーム画像に対してそれぞれ行われ、処理後の各フィールド画像または各フレーム画像を用いて生成した動画像が、画像処理装置 1 から最終的に出力される。

なお、撮影部 10 と画像処理装置 1 とは一体化して構成してもよい。これにより、画像処理前の原画像を取り出すことがきわめて困難になり、セキュリティレベルがより高くなる。すなわち、撮影部 10 および画像処理装置 1 を単一の L S I として構成するのが好ましい。

図 10 は本実施形態に係る画像出力装置の構成を示すブロック図である。図 10 の画像出力装置は、図 8 の画像処理装置 1 と、出力部 20 とを備えている。本発明に係る画像出力装置は、モニタ、T V、プリンタなど、画像データを可視化して出力する装置一般を含む。

原画像は画像処理装置 1 によって上述のように画像処理される。動画の場合は、画像の処理は各フィールド画像または各フレーム画像に対してそれぞれ行われ、処理後の各フィールド画像または各フレーム画像を用いて生成した動画像が、画像処理装置 1 から出力される。出力部 20 は、画像変換部 1 から出力された画像変換後の画像を、モニタに表示したり、あるいは紙等に印刷したりすることによって可視化して出力する。

以上のように本実施形態によると、虹彩領域に、その人固有の特徴データが抽出できないような、画像変換が施されるので、虹彩画像の不正使用による他人へのなりすまし認証を防ぐことができる。

なお、本発明に係る画像変換の方法は、ここで示したものに限られるものではなく、虹彩領域から、その人固有の特徴データが抽出できないようにするものであればよい。そして、原画像に不自然さを与えない方が好ましいが、多少不自然さを与える方法であっても、かまわない。

(第 2 の実施形態)

図 1 1 は本発明の第 2 の実施形態に係る画像処理方法のフローチャートである。図 1 1 において、ステップ S 1, S 2 では第 1 の実施形態と同様の処理を行う。本実施形態では、ステップ S 3 において、ステップ S 1 で検出した虹彩領域が所定のサイズ以上か否かを判断し、所定のサイズよりも小さいときは、ステップ S 2 の画像変換を行わないで処理を終了する。具体的には、例えば、虹彩領域の直径が所定の閾値 T_H (画素) 未満の場合は、画像変換を施さないで処理を終了する。ステップ S 2, S 3 が本発明の第 2 のステップに相当する。

現在商品化されている虹彩認証システムでは、虹彩画像の直径が 200 ~ 300 画素程度となるような比較的高い解像度で撮影を行っている。低い解像度の虹彩画像を認証に用いた場合、認証に必要な情報量が不足するため、本人棄却率 (FRR : False Rejection Rate) が増加する。よって、虹彩領域の大きさが、認証に用いることができないほど小さい場合には、画像変換を行う必要がない。本実施形態はこのような知見に基づいてなされたものである。

例えば、図 1 2 (a) のような複数の人物を含む原画像について、直径が閾値 T_H 以上の虹彩領域の個数が 0 であったとする。この場合、全ての虹彩領域について、画像変換を行わないで処理を終了する。一方、図 1 2 (b) のような人の顔がクローズアップされて撮影された原画像において、両眼の虹彩領域の直径がともに閾値 T_H 以上であったとする。この場合は、2 個の虹彩領域について、それぞれ画像変換を行う。もちろん、複数の人物を含む原画像において、近くで撮影された人の虹彩直径が閾値 T_H 以上であり、遠くで撮影された人の虹彩直径が閾値 T_H 未満であった場合、前者の虹彩領域については画像変換を施し、後者の虹彩領域については画像変換を施さない。

なお、ここでの閾値 T_H は、例えば、大規模な虹彩画像データベースを用いて自動的に決定することができる。すなわち、認証する虹彩画像のサイズ (直径) を変化させて、虹彩直径に対する本人棄却率の変化を調べ、本人棄却率が十分大きくなるような虹彩直径の値を閾値 T_H として設定すればよい。もちろん、他の

設定方法を用いてもよい。

このように本実施形態によると、認証用途に不向きである低解像度の虹彩画像については画像変換を施さないのが、処理量を削減することができる。なお、ここでは、虹彩領域の大きさを直径で特定したが、虹彩領域の面積（画素数）など他の指標を用いてもかまわない。

なお、図 8～図 10 の構成において本実施形態に係る画像処理を実行する場合には、画像変換部 12 によってステップ S 2，S 3 の処理を実行するようにすればよい。

（第 3 の実施形態）

図 13 は本発明の第 3 の実施形態に係る画像処理方法のフローチャートである。図 13 において、ステップ S 1 では第 1 の実施形態と同様の処理を行う。そしてステップ S 4 において、ステップ S 1 で検出した虹彩領域に対して、拡散反射画像と鏡面反射画像への反射成分分離を行う。ステップ S 2 では、ステップ S 4 で得られた拡散反射画像を対象として、第 1 の実施形態と同様の画像変換を行う。そしてステップ S 5 では、ステップ S 2 における画像変換後の画像に、ステップ S 4 で得られた鏡面反射画像を加算することによって、画像の再合成を行う。ステップ S 4，S 2，S 5 によって、本発明の第 2 のステップが構成されている。

撮影された虹彩領域には、虹彩前方の物体が角膜表面に映り込むことによって、映り込み（鏡面反射成分）が重畳していることが多い。映り込みを含めた虹彩領域に対して画像変換を行うと、処理後の画像が不自然になる場合がある。本実施形態は、このような問題に対処するため、反射成分の分離を行った後に拡散反射成分のみに画像変換を行い、その後、分離された鏡面反射成分と再合成を行うことによって、処理後の画像の不自然さを軽減するものである。

図 14 は本実施形態に係る画像処理の例を概念的に示す図である。例えば、図 14（a）のような鏡面反射（映り込み）を含んだ原画像について、反射成分分

離を行い、図 1 4 (b) の拡散反射画像と図 1 4 (c) の鏡面反射画像とを得る。そして図 1 4 (b) の拡散反射画像に対して画像変換（例えばここでは置換）を行い、図 1 4 (d) の画像を得る。さらに、図 1 4 (d) の画像変換後の画像と、図 1 4 (c) の鏡面反射画像とを加算して、図 1 4 (e) のような画像を得る。

ステップ S 4 における反射成分分離は、任意の方法を用いることができる。例えば、鏡面反射（映り込み）を起こす光源の入射角がブリュースター角と等しい場合は、偏光フィルタを用いて拡散反射成分と鏡面反射成分を完全に分離することができる。もちろん、拡散反射成分と鏡面反射成分を分離することができる手法であれば、他の方法でもかまわない。

なお、ステップ S 2 における画像変換は置換に限られるものではなく、第 1 の実施形態で説明した方法やその他の方法でもよい。

このように本実施形態によると、撮影時の光源（虹彩前景）に依存する映り込み（鏡面反射）を分離した後、拡散反射画像のみに対して画像変換を行い、その後、鏡面反射画像と再合成するので、より自然な画像変換を行うことができる。

（第 4 の実施形態）

本発明の第 4 の実施形態は、第 1 の実施形態に係る画像変換に電子透かしの埋め込みを用いる場合に対応した、虹彩認証装置に関するものである。図 1 5 は本実施形態に係る虹彩認証装置の構成を示すブロック図であり、原画像から人の眼の虹彩領域を検出する虹彩検出部 3 0 と、虹彩検出部 3 0 によって検出された虹彩領域の画像を用いて認証を行う認証部 3 1 と、虹彩領域について所定の電子透かしの有無を検出する電子透かし検出部 3 2 と、電子透かし検出部 3 2 の出力、すなわち所定の電子透かしの有無に応じて、認証部 3 1 の認証動作の実行／停止を制御する制御部 3 3 とを備えている。

図 1 5 の虹彩認証装置は、虹彩領域画像に電子透かしが埋め込まれているとき、所定の動作、例えば認証動作の停止を行う。もちろん、画像変換によって埋め込

む電子透かしと、虹彩認証装置によって検出する電子透かしとは共通である必要がある。

虹彩検出部 30 は、第 1 の実施形態におけるステップ S1 と同様の処理を行い、虹彩領域の位置を検出する。検出された虹彩領域の位置、および原画像は、認証部 31 および電子透かし検出部 32 に送られる。認証部 31 は原画像の虹彩領域の画像を用いて虹彩認証を行う。虹彩認証の方法として、例えば、特許文献 1 の方法を用いることができる。もちろん、他の虹彩認証方法でもかまわない。

電子透かし検出部 32 は原画像の虹彩領域に所定の電子透かしが埋め込まれているか否かを検出する。得られた電子透かしの有無に関する情報は、制御部 40 に送られる。制御部 40 は、電子透かしが埋め込まれているとき、この虹彩画像は不正に取得されたものであると判断して、認証を中断する命令を認証部 31 に送信する。これによって、認証部 31 における認証動作が停止される。

なお、虹彩領域に電子透かしが埋め込まれているときの所定の処理としては、認証動作を停止する以外にも、例えば、不正認証の可能性があるとして、警備室や警備会社、警察等の所定の場所・組織に通報するといったものが考えられる。

以上のように本実施形態によると、虹彩画像に電子透かしが埋め込まれているとき、認証動作の停止など所定の動作が実行されるので、他人へのなりすまし認証を防ぐことができる。

なお、本実施形態では、虹彩画像に電子透かしが埋め込まれているとき、これを不正に取得されたものであると判断したが、逆に、虹彩認証装置の撮影手段によって電子透かしが虹彩画像に必ず埋め込まれるようにしておき、虹彩画像に電子透かしが埋め込まれていないときは、撮影手段を介さずに虹彩検出部に不正に画像信号を送る等して虹彩画像を不正に取得したものと判断するようにしてもよい。この場合、制御部 40 は、電子透かしが埋め込まれていないとき、認証部 31 の認証動作を停止させる。

産業上の利用可能性

本発明は、虹彩画像からその人固有の特徴データを抽出できなくするので、例えば、虹彩画像を用いた個人認証において、他人へのなりすまし認証を防ぐことができる。

請求の範囲

1. 原画像から、人の眼の虹彩領域を検出する第1のステップと、
前記第1のステップにおいて検出した虹彩領域に対して、前記人固有の特徴データが抽出できないように、画像変換を行う第2のステップとを備えた
ことを特徴とする画像処理方法。
2. 請求項1において、
前記画像変換は、
虹彩領域を複数の領域に分割し、分割した各領域の画像を所定の順またはランダムに並べ替えるものである
ことを特徴とする画像処理方法。
3. 請求項1において、
前記画像変換は、
虹彩領域の画像を、所定の虹彩パターン画像に置換するものである
ことを特徴とする画像処理方法。
4. 請求項1において、
前記画像変換は、
虹彩領域の画像に、所定の虹彩パターン画像を重畳するものである
ことを特徴とする画像処理方法。
5. 請求項1において、
前記第2のステップは、
虹彩領域の画像を、空間周波数に応じて分解し、

分解後の所定の帯域の画像に対して、所定の変換を行い、
各帯域の画像を、再合成する
ことを特徴とする画像処理方法。

6. 請求項 1 において、

前記画像変換は、

虹彩領域の画像に、電子透かしを埋め込むものである
ことを特徴とする画像処理方法。

7. 請求項 1 において、

前記第 2 のステップは、

検出した虹彩領域が所定のサイズよりも小さいとき、前記画像変換を行わない
ことを特徴とする画像処理方法。

8. 請求項 1 において、

前記第 2 のステップは、

検出した虹彩領域について、反射成分分離を行い、拡散反射画像および鏡面反
射画像を得るステップと、

前記拡散反射画像に対して、前記画像変換を行うステップと、

前記画像変換後の画像に、前記鏡面反射画像を加算するステップとを有するも
のである

ことを特徴とする画像処理方法。

9. 原画像から、人の眼の虹彩領域を検出する虹彩検出部と、

前記虹彩検出部によって検出された虹彩領域に対して、前記人固有の特徴デー
タが抽出できないように、画像変換を行う画像変換部とを備えた

ことを特徴とする画像処理装置。

10. 撮影部と、

前記撮影部によって撮影された画像を、前記原画像として入力する請求項9の画像処理装置とを備えた

ことを特徴とする撮影装置。

11. 請求項9の画像処理装置と、

前記画像処理装置から出力された画像変換後の画像を、可視化して出力する出力部とを備えた

ことを特徴とする画像出力装置。

12. 原画像から、人の眼の虹彩領域を検出する虹彩検出部と、

前記虹彩検出部によって検出された虹彩領域の画像を用いて、認証を行う認証部と、

前記虹彩検出部によって検出された虹彩領域について、所定の電子透かしの有無を検出する電子透かし検出部と、

前記電子透かし検出部によって検出された電子透かしの有無に応じて、前記認証部の認証動作の実行／停止を制御する制御部とを備えた

ことを特徴とする虹彩認証装置。

1/11

FIG.1

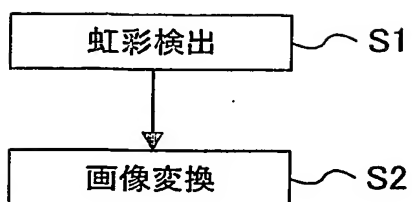
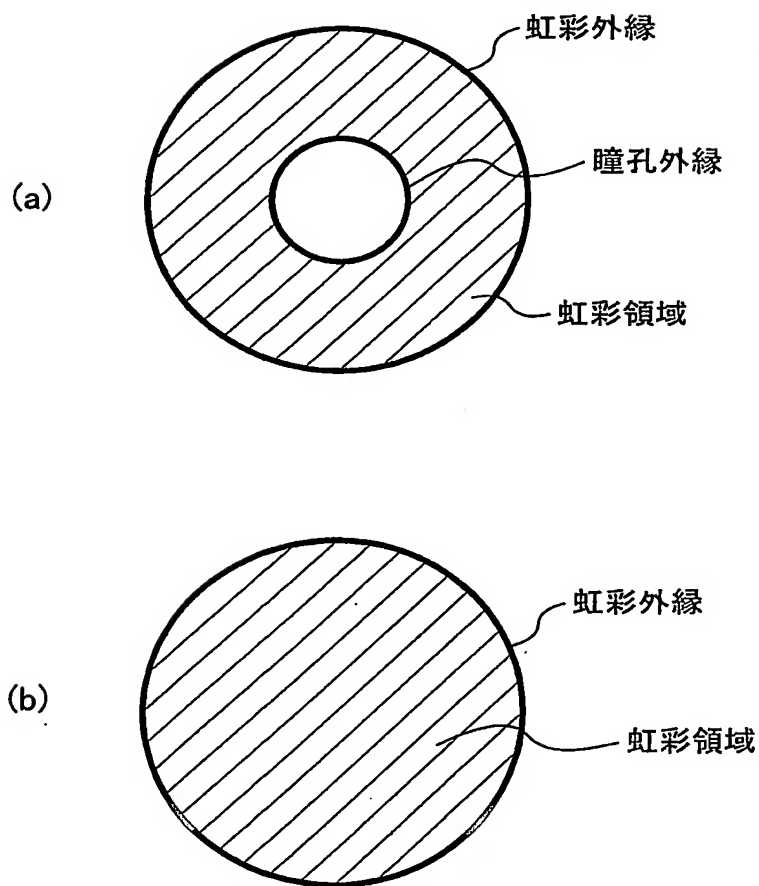


FIG.2



2/11

FIG.3

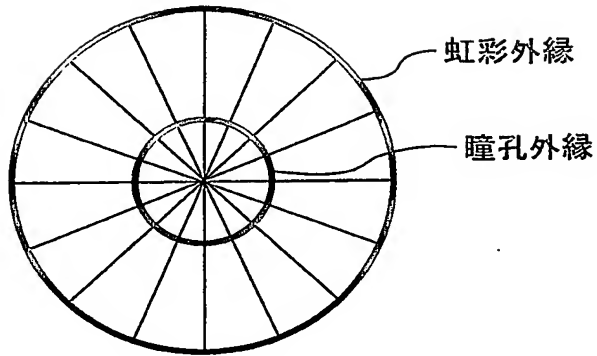
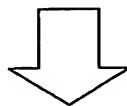
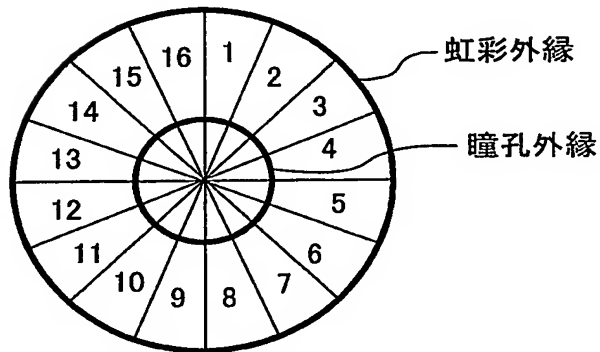
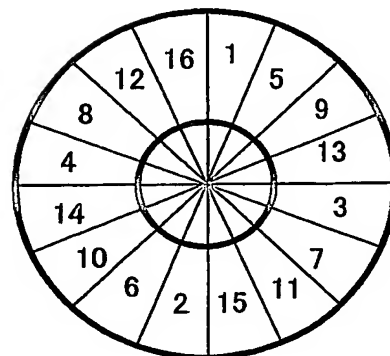


FIG.4

(a) 元の虹彩画像

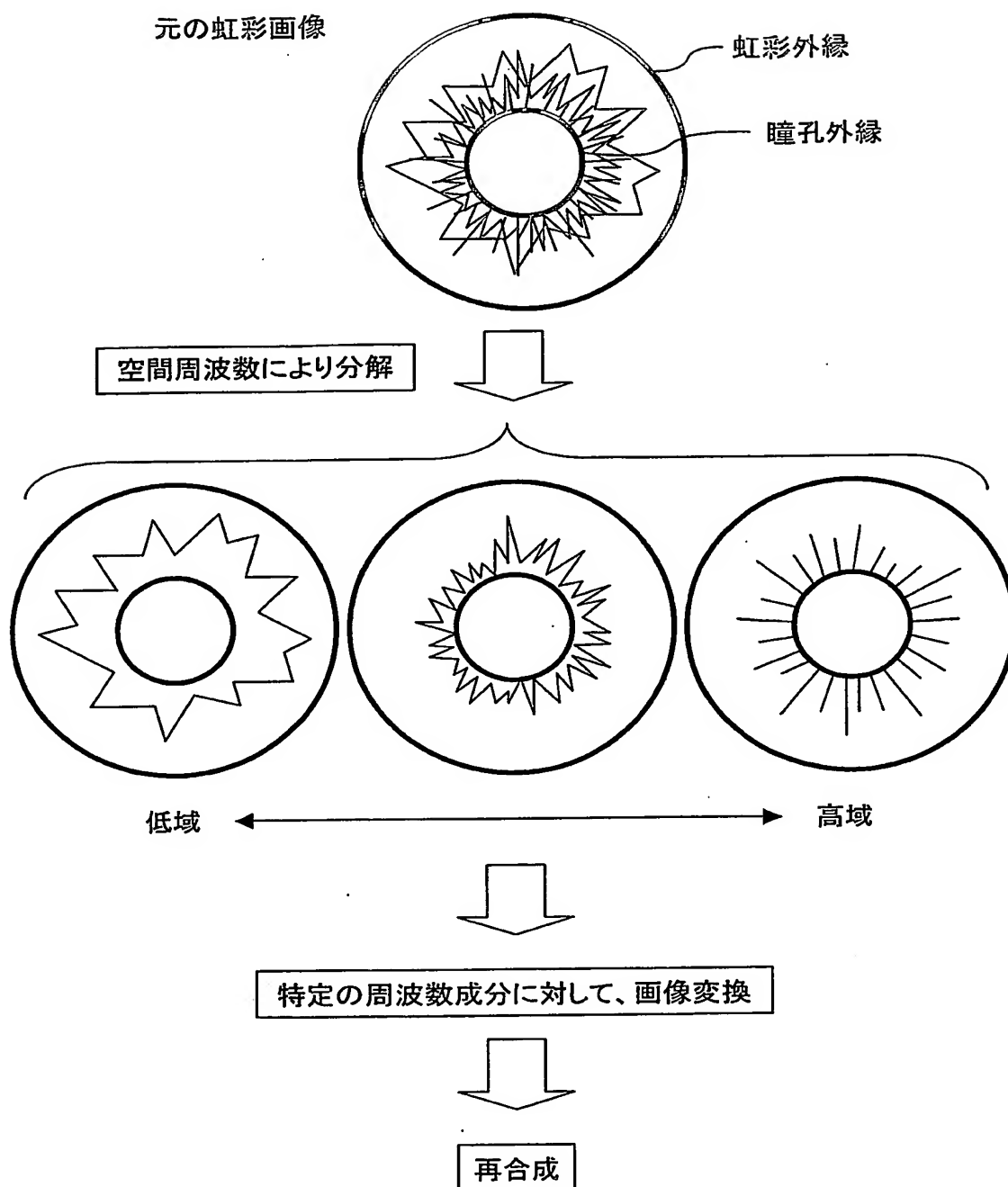


(b) 並び替え後



3/11

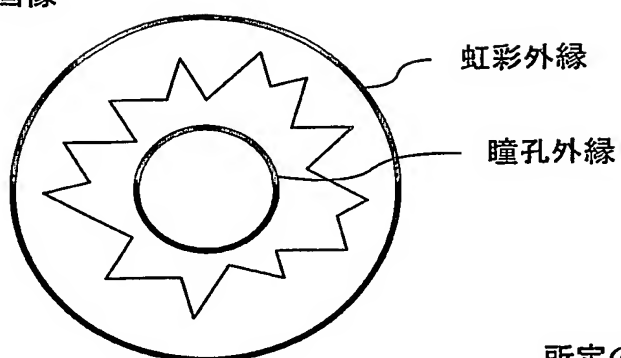
FIG.5



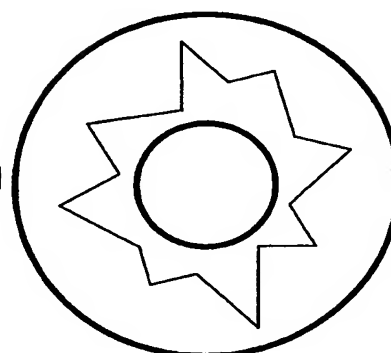
4/11

FIG.6

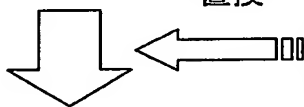
元の虹彩画像



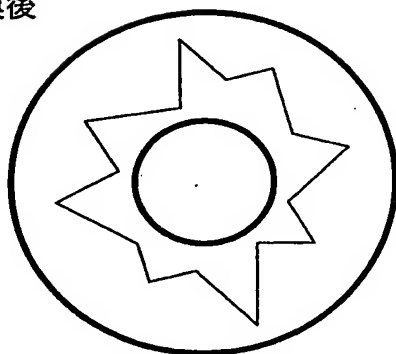
所定の虹彩パターン



置換



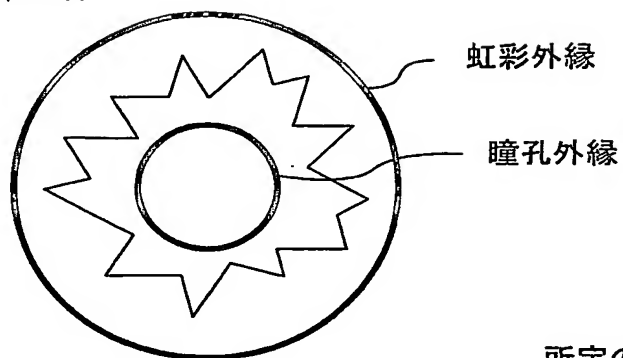
置換後



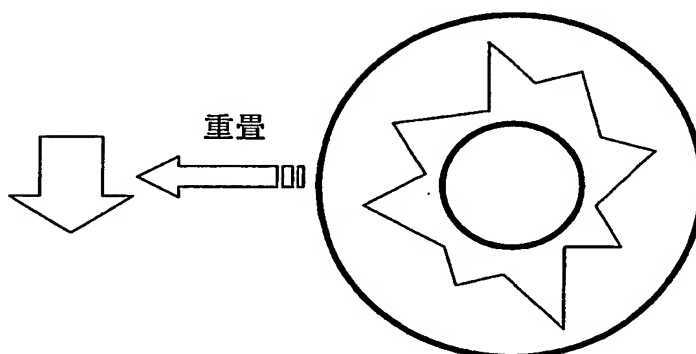
5/11

FIG.7

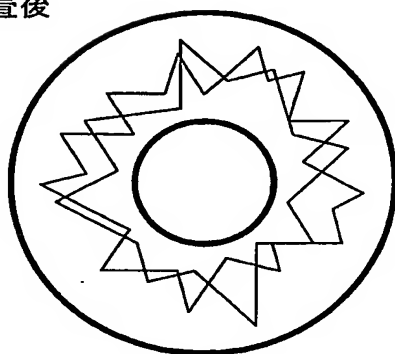
元の虹彩画像



所定の虹彩パターン



重畳後



6/11

FIG.8

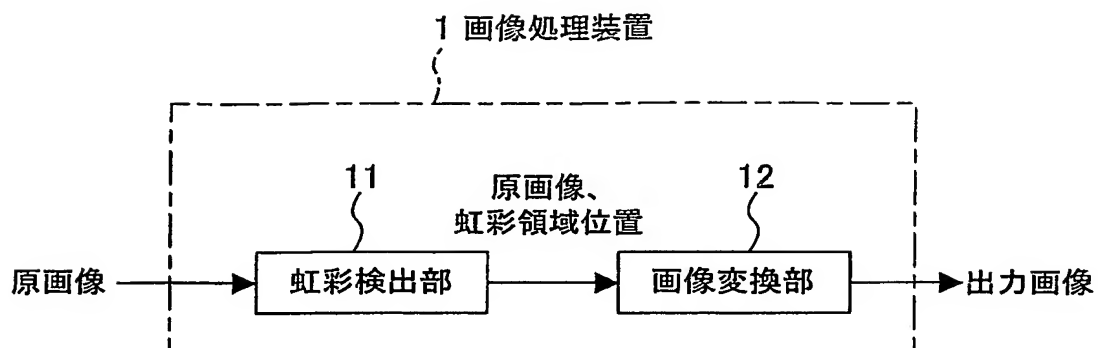
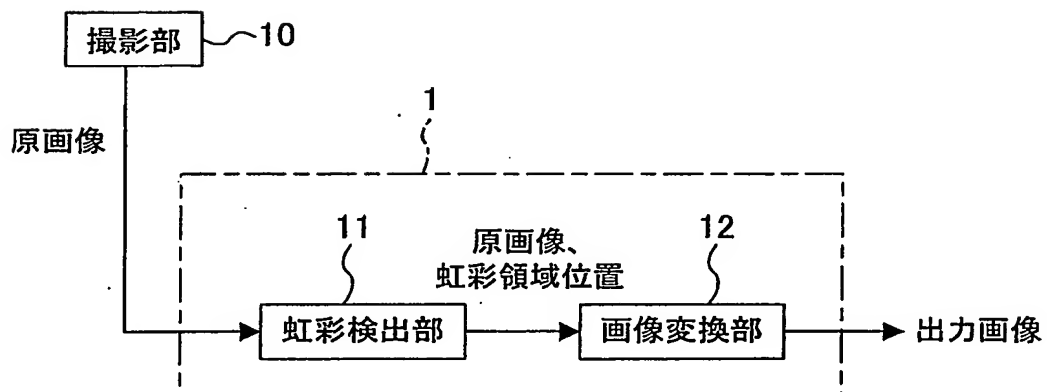


FIG.9



7/11

FIG.10

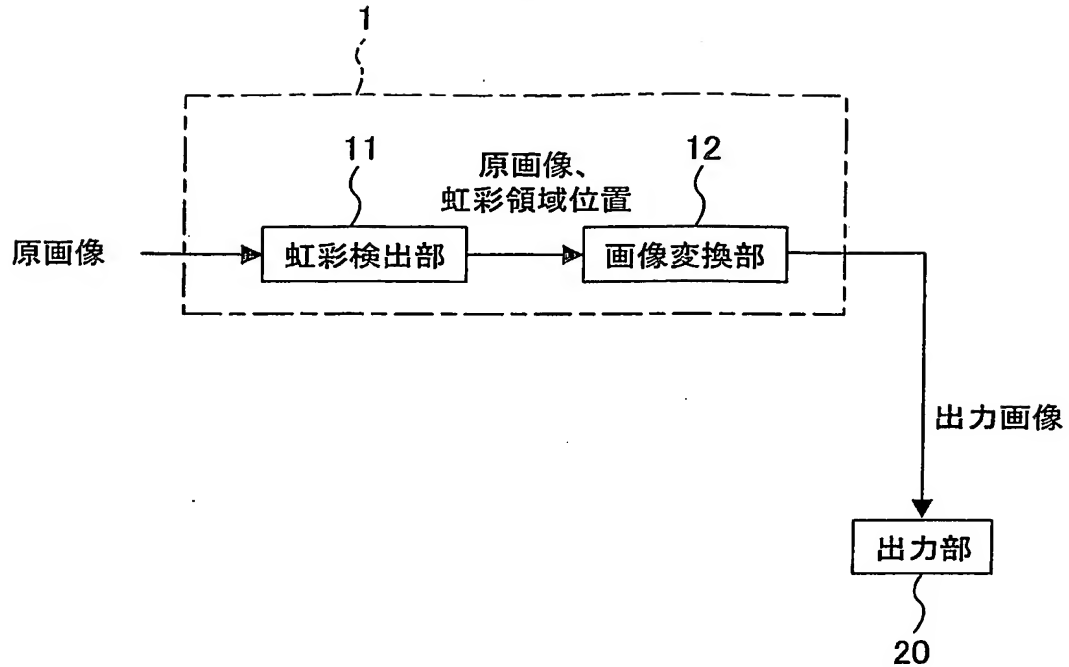
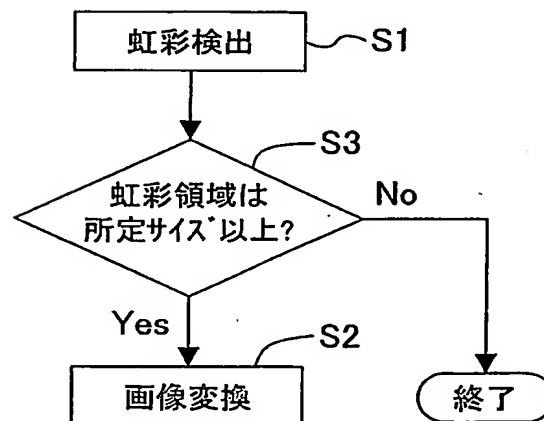


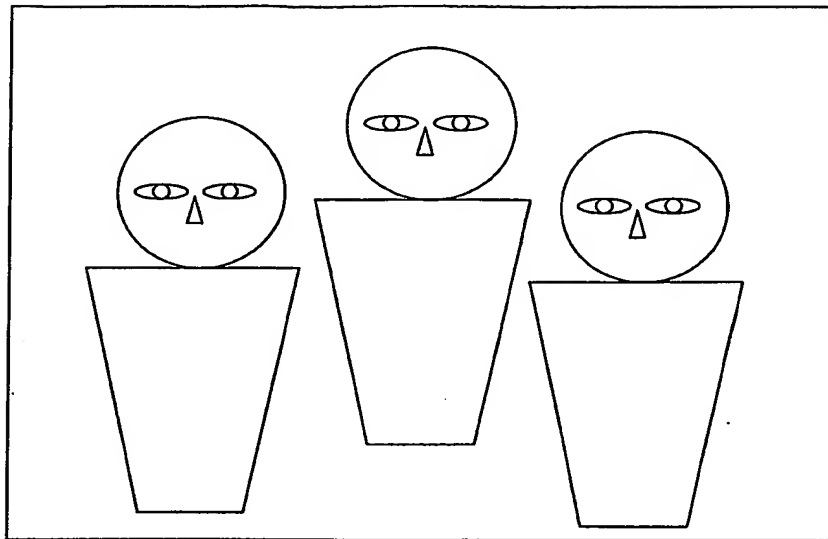
FIG.11



8/11

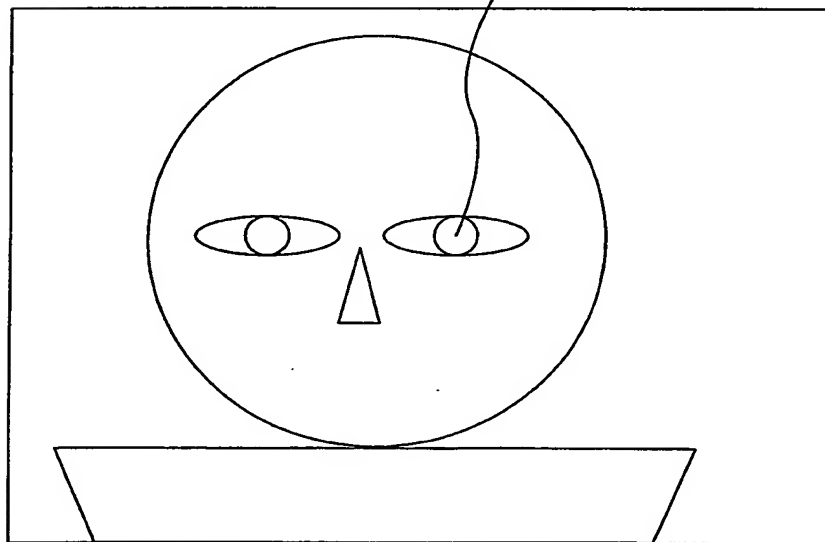
FIG.12

(a) 画像変換なし



(b) 画像変換あり

虹彩領域



9/11

FIG.13

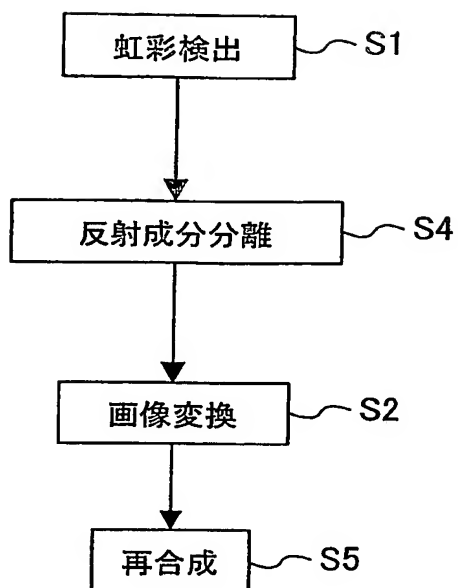
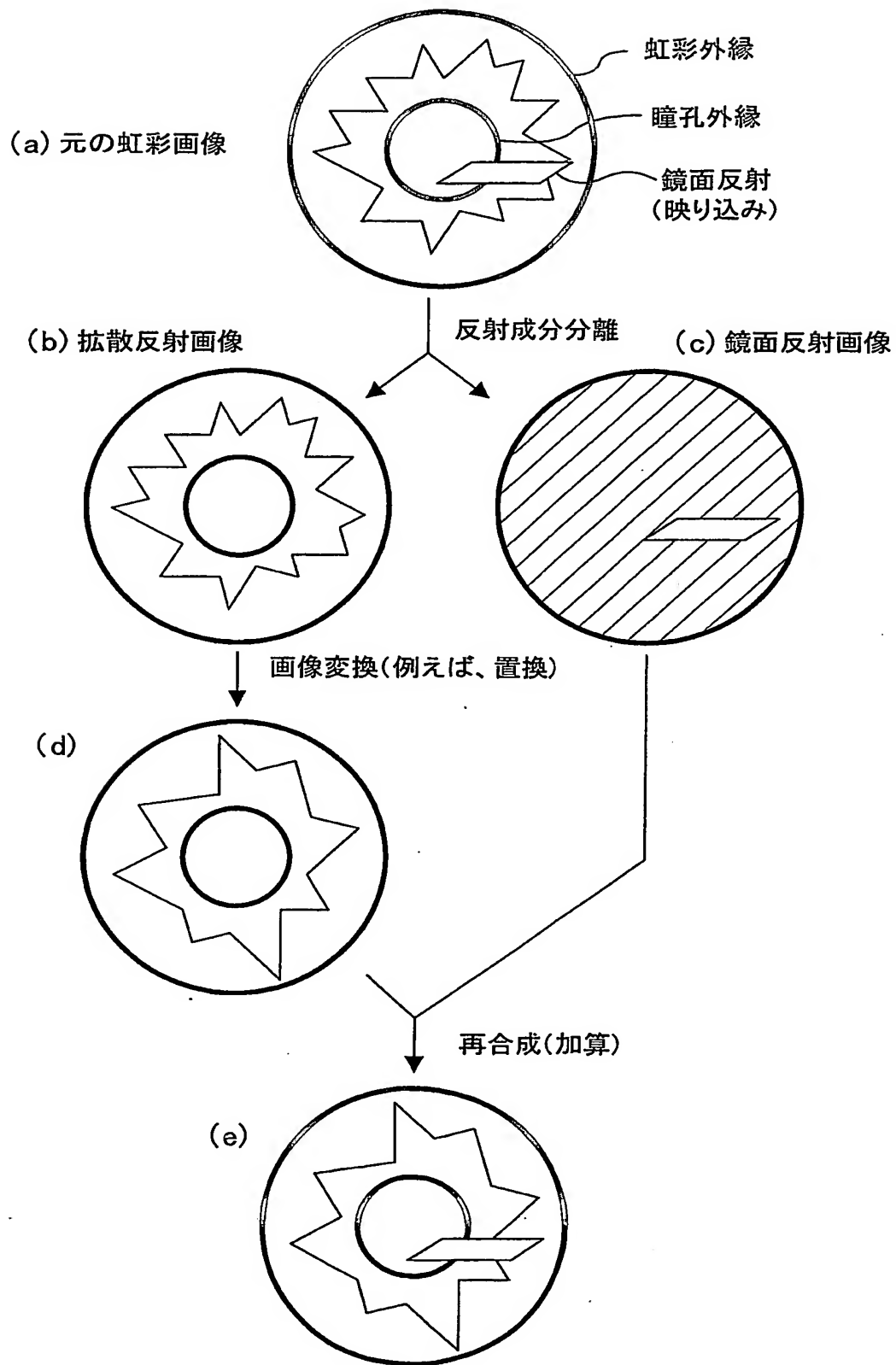
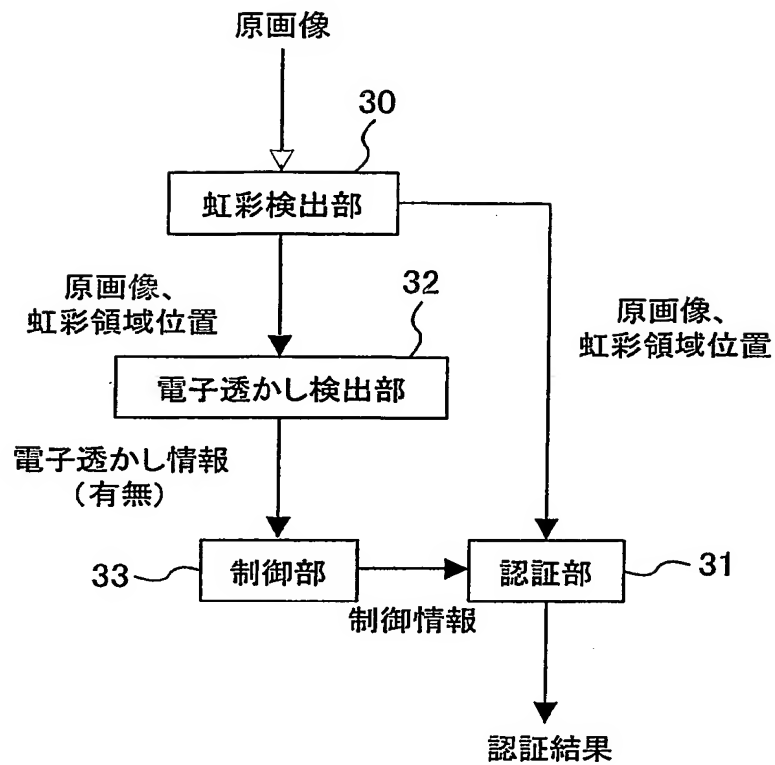


FIG.14



11/11

FIG.15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004804

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ G06T7/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ G06T7/00-7/60		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-273498 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 05 October, 2001 (05.10.01), Full text; all drawings & EP 1139301 A & US 2001-26632 A1 & CN 1328309 A	1-12
A	JP 6-350914 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 22 December, 1994 (22.12.94), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 10-285383 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 23 October, 1998 (23.10.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 May, 2004 (19.05.04)		Date of mailing of the international search report 01 June, 2004 (01.06.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06T7/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06T7/00 - 7/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1991-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-273498 A (松下電器産業株式会社) 2001. 10. 05, 全文 全図 & EP 1139301 A & US 2001-26632 A1 & CN 1328 309 A	1-12
A	JP 6-350914 A (オリンパス光学工業株式会社) 1994. 12. 22, 全文 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 10-285383 A (日本電信電話株式会社) 1998. 10. 23, 全文 全図 (ファミリーなし)	1-12

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 05. 2004

国際調査報告の発送日

01. 6. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新井則和

5H

8937

電話番号 03-3581-1101 内線 3531